

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公告

⑪ 特 許 公 報 (B 2)

昭61-19962

⑫ Int. Cl.:

識別記号

庁内整理番号

⑬公告 昭和61年(1986)5月20日

G 02 B 5/28
G 01 J 3/51
G 02 B 27/10
G 03 B 33/12
H 04 N 9/097

7529-2H
7172-2G
8507-2H
6715-2H
8321-5C

発明の数 1 (全12頁)

⑭発明の名称 多色分解光学系

審 判 昭60-5695

⑮特 願 昭52-21915

⑯公 開 昭53-107383

⑰出 願 昭52(1977)2月28日

⑱昭53(1978)9月19日

⑲発 明 者	小 寺	宏 晴	川崎市多摩区生田4896番地	松下技研株式会社内
⑲発 明 者	柴 田	勉	川崎市多摩区生田4896番地	松下技研株式会社内
⑲発 明 者	板 橋	隆 三	川崎市多摩区生田4896番地	松下技研株式会社内
⑲発 明 者	津 田	幸 文	川崎市多摩区生田4896番地	松下技研株式会社内
⑲発 明 者	速 水	平 二 郎	川崎市多摩区生田4896番地	松下技研株式会社内
⑲発 明 者	土 屋	博 義	川崎市多摩区生田4896番地	松下技研株式会社内
⑲発 明 者	杉 田	春 子	川崎市多摩区生田4896番地	松下技研株式会社内
⑲発 明 者	吉 田	邦 夫	川崎市多摩区生田4896番地	松下技研株式会社内
⑲発 明 者	菅 野	義 光	川崎市多摩区生田4896番地	松下技研株式会社内
⑲出 願 人	松下電器産業株式会社			門真市大字門真1006番地
⑲代 理 人	弁理士 中尾 敏男			外1名

審判の合議体 審判長 中山 昭雄 審判官 今 勝 義 審判官 重 沢 弘

⑳参考文献 特開 昭51-131378(JP, A)

昭和50年朝倉書店発行「光学技術ハンドブック」第717~718頁 久保田 広著「波動光学」岩波書店(1975. 8. 30) pp.226~228

【特許請求の範囲】

1 N-1枚(N≧4)の多層膜干渉フィルタを有し、この多層膜干渉フィルタは入射光が前記多層膜干渉フィルタを透過または反射して進行し相異なるN本の光線群に分割されるように配され、前記N-1枚の多層膜干渉フィルタの少なくとも1枚は主反射帯とその両側または片側に副反射帯を有しており、前記各光線群を得る光路上に位置する多層膜干渉フィルタの主、副反射帯または透過帯を組合せて成る合成分光特性がNチャネルの帯域に分割された波長選択特性をもつことを特徴とする多色分解光学系。

【発明の詳細な説明】

本発明は、色彩分析装置、色彩画像入力装置などにおける色分解光学系の改良に関し、色光を複数本の分光組成(スペクトラム成分)に分割する

ための新規な分光光学系を提供するものである。

本発明によれば、たとえば白色光源によつて照明された被検体からの反射光を、所定の波長帯域幅で損失なく多数の分光組成に分解することができ、物体光の色彩特性を低雑音で正確に計測することができる。

本発明は、リモートセンシング画像解析におけるマルチスペクトラム分解系、色分離装置における色分解光学系、カラーマツチング装置の分光光学系などに応用してすぐれた特性を発揮するものである。

従来の色分解装置としては、カラー写真電送装置(カラーファクシミリ)や印刷製版用のカラースキヤナ装置に見られる3色分解系が最も一般的である。これは、たとえば第1図ロの曲線Ⅰ、Ⅱに示すような青及び緑色に反射特性をもつ2枚の

ダイクロイツクミラー（多層膜干渉フィルター）101、102を第1図のように組合わせて、可視波長帯400～720nmを、青波長帯（400～500nm）、緑波長帯（500～600nm）及び赤波長帯（600～700nm）の3原色に分光するものである。ここでは、青及び緑は、ほぼ80～90%反射光として得られ、赤は両者の通過帯から、ほぼ80%以上の透過光として得られるので効果的な分光を行うことができ、広く実用に供されている。

しかしながら、さらに多くの波長分解を必要とする目的、たとえば航空機や人工衛星により地表面や海面を走査して資源分布や汚染調査、海洋調査などを行う画像解析システムには、3色分解系では不十分であり、第2図のごときマルチスペクトラム分解系が用いられている。図において、201は地表202からの反射光で、可視光と赤外光とを含んでいる。この反射光201は走査鏡203で走査選択され、反射光学系204を介してビームスプリッター205に加えられる。

ビームスプリッター205では入射ビームを可視光と赤外光に分割する。分割された可視光および赤外光はそれぞれプリズム206、回折格子207により複数チャネルの波長帯域に細分されて検出器群208に加えられる。

このマルチスペクトラム分解系は、プリズムもしくは回折格子を用いて、地表からの反射光をたとえば4～11チャネルの波長帯域に細分し、各チャネルに固有の分光特性からより詳細な色彩データの分析を行うものである。このようなマルチスペクトラム分解の場合には、分割チャネル数が多くなればそれだけチャネル当りの信号光が微弱となるので、できるだけ損失の少ない分解系が必要とされ、かつ装置化のために小型軽量であることが望ましい。

ところが、第2図のような例は一般的に光路の曲折と波長分離特性、受光器群の配置などの諸条件から光学系の構造が複雑であり形状も大型化し易く、かつ高価であるなど、使用目的によっては不都合であった。たとえば、これをカラースキヤナ装置に組込んで、色彩写真の解析に用いたり、あるいは織物や染色における色彩図案の自動抽出（色分離）などに利用する場合には、装置が大型・高価となりかつ受光器の口径に対して必ずしも十分な光量が得られない難点がある。

本発明は、上記のマルチスペクトラム分解系を構成する他の有効な実現法を提供するものである。すなわちプリズムや回折格子など大掛りかつ高価な光学系を用いることなく、複数枚のダイクロイツクミラーの組合わせのみによつて、効率よく遮断特性の良好な分光を行わしめ、かつコンパクトな構造で調整を必要としない実用的な分解系を構成するものである。

以下図面とともに詳細に説明する。

第3図は、非金属多層膜ダイクロイツクミラーの特性例であり、膜厚及び膜数の構成によつて、たとえばタイプA、B、Cのごとき遮断特性の異なるフィルタが得られる。このような多層膜フィルタは、高屈折率物質（たとえばZnS）と低屈折率物質（たとえばMgF₂）の膜を交互に多層蒸着し、境界面での多重反射による光の干渉作用を利用して波長選択特性を得るもので、非金属膜は光の吸収がないので、透過率と反射率の和は1に近く効率の良いフィルタを製作することができる。これらは、電気的な多段LCフィルタに類似しており、膜厚により共振波長、膜数により遮断特性を制御することができる。膜数を増し、共振特性を考慮すると、B、Cのように鋭いカットオフの狭帯域フィルタを得ることができる。しかしAのような広帯域型に比べると主反射帯の両側近くに副反射帯が現われてくる。第3図は、透過率と波長の関係を示しているが、横軸の波長は規格化した位相表現 $w = \lambda_0 / \lambda$ を用いて位相で表現されている。 λ_0 は膜厚によつて定まる中心波長を示し、したがって横軸上の実際の波長は、 $\lambda = \lambda_0 / w$ で換算される。それ故、膜の厚さつまり λ_0 を変えることによつて、同じ構造の多層膜でも任意の波長位置にカットオフを移動することができる。第4図は、第3図Bの構造で λ_0 をずらせて選択波長帯を変えた一例を実波長軸で図示したものである。

さて、以上の多層膜フィルタにおける膜厚と膜数（層数）の2つのパラメータによる波長選択特性に注目すると、これらの組み合わせによる効果的なマルチバンドフィルタを構成することができる。従来の3色分解系の場合には、 λ_0 をそれぞれ青色及び緑色波長に選んだ膜数7程度の第3図Aのものよりもやや広い比較的広帯域のフィルタ2枚を組み合わせて、単純に可視域を3分割して

いた。この場合反射もしくは透過の一方のみを利用しかつ副反射帯の現われない状態で使用していた。

これに対し、本発明では、反射帯と透過帯及び副反射帯を積極的に活用して、マルチバンドの狭帯域波長選択フィルタを合成する手段を提供する。本発明の実用上の特長は多層膜フィルタの特長である低損失特性と鋭いカットオフ特性を損なわない巧妙な組合せ法及び経済的かつコンパクトな構成法にある。

第5図は本発明の一実施例を示す構成図、第6図はそのフィルター特性である。

第5図は、可視波長帯400~720nmの間を40nm間隔で8つの波長帯に分光する場合の基本的な構成例である。図において、501, 502, 503, 505, 506は、前記第3図Cのタイプの多層膜フィルタにおいて45°入射角に対し中心波長 λ_0 がそれぞれ $\lambda_0=420, 460, 540, 660, 620$ nmになるように膜厚を設定したダイクロイツクミラー群、504は第3図Bのタイプの多層膜フィルタで $\lambda_0=420$ nm、507は同じくBのタイプの多層膜フィルタで $\lambda_0=460$ nmに選んだダイクロイツクミラーである。これらの分光チャネル数-1枚、すなわち7枚のダイクロイツクミラー501~507は、入射光軸に対して全て45°に配置され、それぞれの入射光線を45°方向への反射光と垂直方向への透過光に2分する。第5図の構成において、たとえばコリメートされた白色光線517を入射させると、ダイクロイツクミラー501及び504の両反射帯が重なり合う波長域の光は光線518となつて光電変換器508へ入射する。各ダイクロイツクミラー501~507の実波長に対する透過率特性は、番号順にそれぞれ第6図イ~トに与えられる通りであり、総合特性を第7図チ~ヨに示す。たとえば第5図の光線518は第6図イ及びニの合成反射光として中心波長を420nmにもつ帯域選択光となる。同様に、たとえば光線519はダイクロイツクミラー501の透過帯とダイクロイツクミラー502及び507の反射帯の3つの組合せとして第7図リに示すような中心波長を460nmにもつ帯域選択光となる。以下光線520~525についても各光線の経路上にあるダイクロイツクミラーの反射及び透過帯を合成することによ

り、第7図ヌ~ヨのような帯域選択特性が得られる。第5図の508, 509, 510, 511, 512, 513, 514及び515は、光電変換器群であり、順に中心波長がそれぞれ420, 460, 500, 540, 580, 620, 660及び700nmの帯域選択光を受光する。以上の説明から明らかなように、本発明は、2~4枚の多層膜ダイクロイツクミラーを反射もしくは透過して得られる合成光が、それぞれ所期の帯域選択光となるように、各ミラーの主反射帯、副反射帯及びその逆特性の通過帯を巧みに組合せた点に特徴を有する。

第8図は、第5図をさらに実用的な構成にまとめたものである。801~807は第5図のダイクロイツクミラー501~507に、808~815の光電変換器群508~515に、同じく817~825は第5図の光線517~525にそれぞれ対応しており、機能、特性共何ら変るところはない。816は光路変更用として付加された全反射ミラーであり、光学系の構造をよりコンパクトにまとめるために用いられている。さらに、各光電変換器808~815の前には波長帯域幅整形用の干渉フィルター群828~835が付加されている。これらは、第7図チ~ヨに示す各チャネルの分光特性に見られる相互の重なりと帯域幅のアンバランスを是正するために用いられる。すなわち、干渉フィルター群828~835は、中心波長が420nmから40nm毎に700nmまで等間隔に選ばれた半値幅±20nmを有する多層膜干渉フィルターであり、第9図チ'~ヨ'にその分光特性を示す。これによつて各チャネルの波長帯域幅と分離度を均等化することができる。第9図チ'~ヨ'は第8図における828~835に順に対応している。したがって、これらはより正確な色分解データを必要とする目的に有効なものである。勿論、それほど精度を要求しない用途には、これらの干渉フィルターは省略しても差し支えない。第8図は、ミラー群の周辺に光電変換器群808~815が整然と配置されており、装置の組立ならびに調整に適した実用性の高い構造をなしている。とくにこれらをカラスキャナのような移動する走査台上に搭載して用いる場合には、小型軽量化に適した機構となつている。

第10図はさらに他の一実施例である。第5図と同様の原理にもとづき特性の異なる5枚のダイク

ロイツクミラーを組合せて可視波長域を6チャネルのマルチバンドに分割する。第10図において、1001、1002及び1004は第3図Cの特性をもち中心波長がそれぞれ $\lambda_0=600$ 、500及び550nmのダイクロイツクミラー、また1003、1005は第3図Bの特性で $\lambda_0=420$ 、460nmに中心反射帯をもつダイクロイツクミラーである。1006～1011は選択された各バンドの帯域幅を整形するための干渉フィルタであり、それぞれ順に中心波長が420、460、500、550、600及び650nmの光を通過させる。第10図のダイクロイツクミラー1001～1005の特性を第11図イ～ホに干渉フィルタ1006～1011の特性を第12図へルに、光線1019～1024の分光特性を第13図オ～レに示す。たとえば第10図で、コリメートされた白色光線1018を入射させると、ミラー1001～1005によつて6チャネルに分光された光線はそれぞれの干渉フィルタ1006～1011を経て最終的に光線1019～1024となつて各チャネルの光電変換器1012～1017で受光され、電気信号に変換される。このときの出力光の波長選択特性はそれぞれの光路上に置かれたダイクロイツクミラー及び干渉フィルタの合成特性から得られ、最終的には第13図オ～レに示すような6チャネルのマルチバンドに分解される。第10図はさきの第8図よりも簡略な構造をもち、長波長帯での波長分解能がやや粗い特性となるが、やはり航空写真の解析や色彩データ分析用のマルチ色分解系として有用である。

以上の実施例ではいずれも第3図のタイプB、Cを使用したものについて説明したが、タイプAのものも用途によつては使用可能であることはもちろんである。

以上第5図、第8図あるいは第10図の実施例に示すように、本発明は光の損失が少い非金属多層膜フィルタのみを分光すべきチャネル数をNと

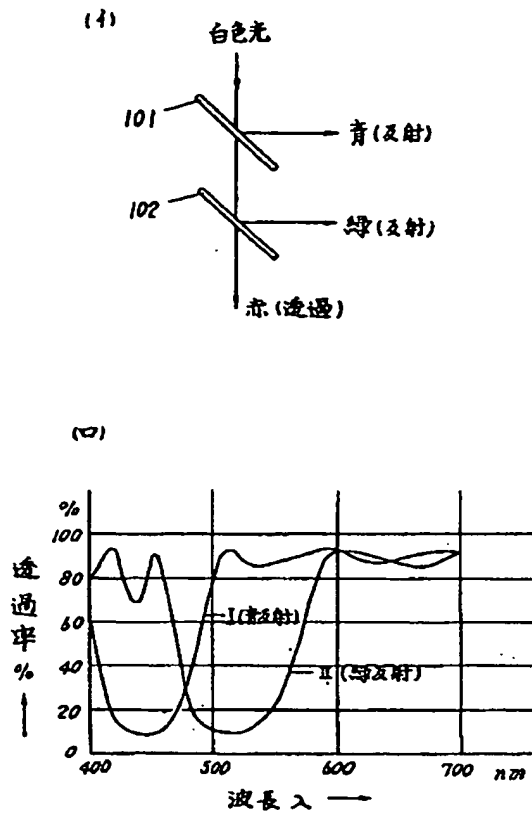
したときN-1枚組合せてNチャネルのマルチバンドの分光を行うために、出力光線の減衰が少く信号対雑音比の高い光電変換特性が得られる。さらに構成が簡素でコンパクトであり、かつ各ミラーは45°方向の固定配置により殆んど無調整で正しく光軸を合わせることができるので、製作が容易で安価な上に品質が安定などの特長が得られる。このような光の利用効率の高い色分解系は分割チャネル数が多い場合に有効で特に分割チャネル数が4以上の場合に低損失、小型軽量の多色分解光学系が得られる。

【図面の簡単な説明】

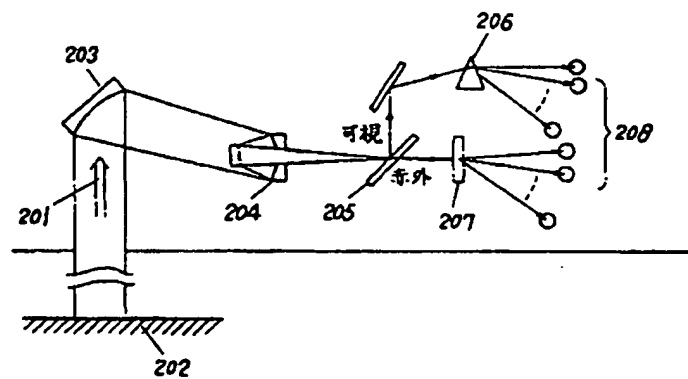
第1図イは従来の3色分解系の構成図、同ロはそれに使用されるダイクロイツクミラーの分光特性図、第2図は従来のマルチスペクトラム分解系の構成図、第3図A、B、Cは非金属多層膜ダイクロイツクミラーの3つのタイプの特性図、第4図は第3図B'の特性をもち、中心波長 λ_0 の異なる2つの多層膜フィルタの特性図、第5図は本発明の第1の実施例における多色分解光学系を示す構成図、第6図イ～トは第5図におけるダイクロイツクミラーの透過率特性図、第7図は第5図における各光電変換器への入射光強度特性図、第8図は本発明の第2の実施例を示す構成図、第9図は第8図中の各干渉フィルタの透過率特性図、第10図は本発明の第3の実施例を示す構成図、第11図は第10図の各ダイクロイツクミラーの特性図、第12図は第10図の各干渉フィルタの特性図、第13図は第10図の各光電変換器への入射光の特性図である。

501～507、801～807、1001～1005……ダイクロイツクミラー、508～515、808～815、1012～1017……光電変換器、517～525、817～825、1018～1024……光線、816……全反射ミラー、828～835、1006～1011……干渉フィルタ。

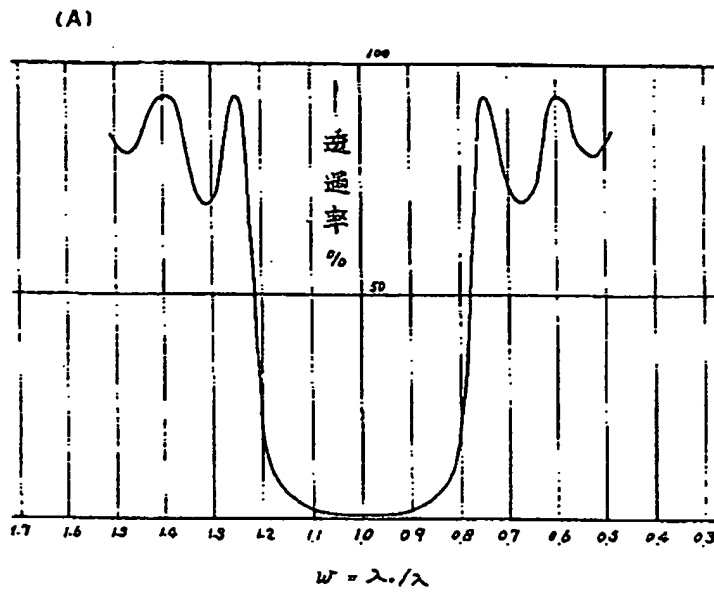
第1図



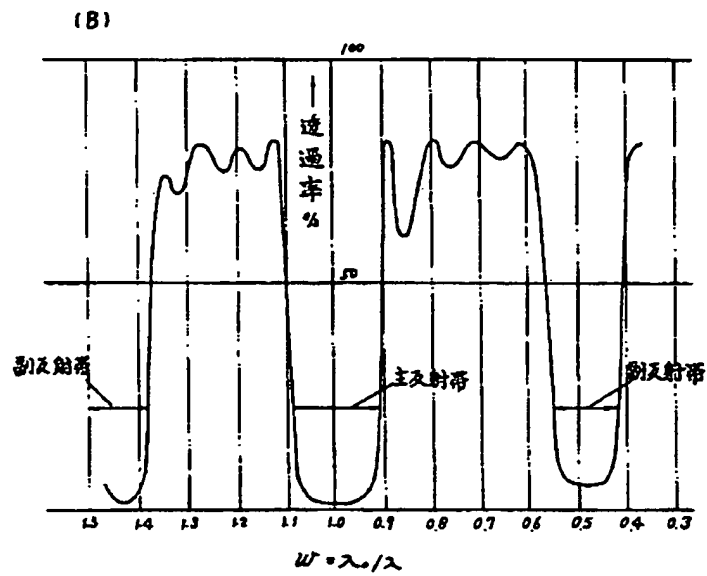
第2図



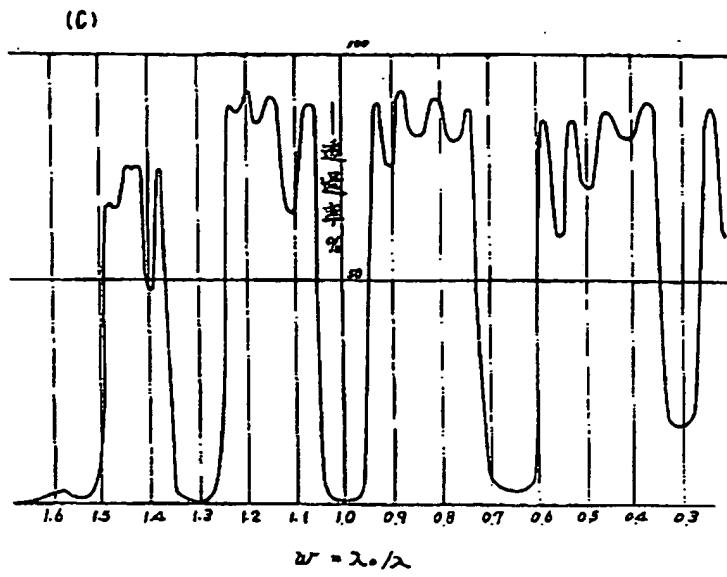
第3図



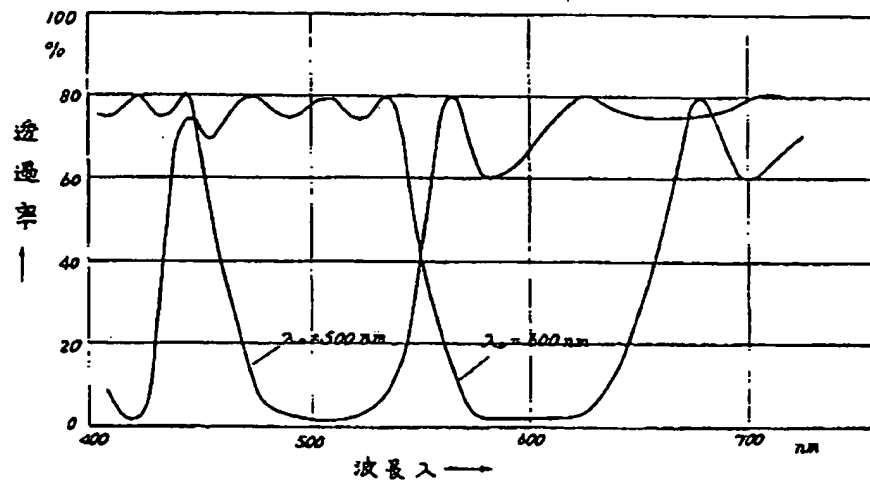
第3図



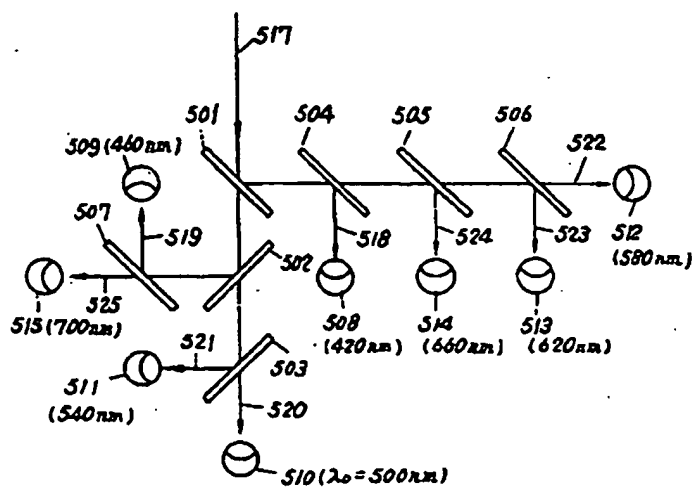
第3图



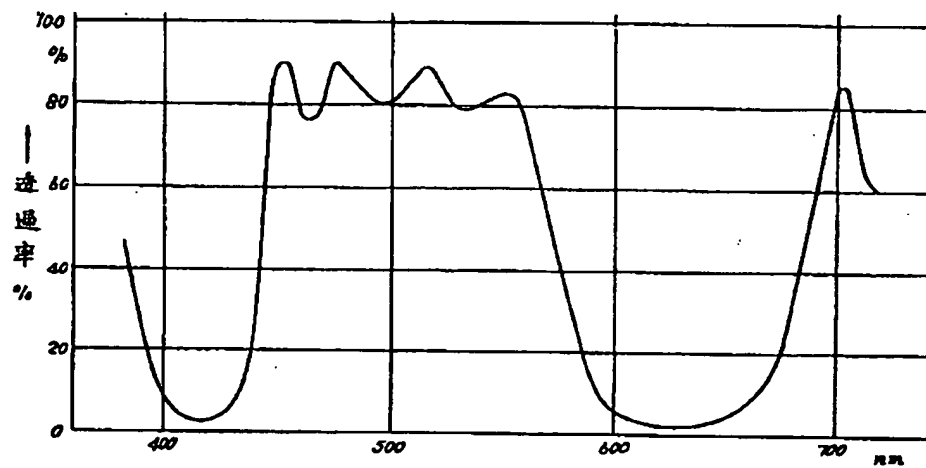
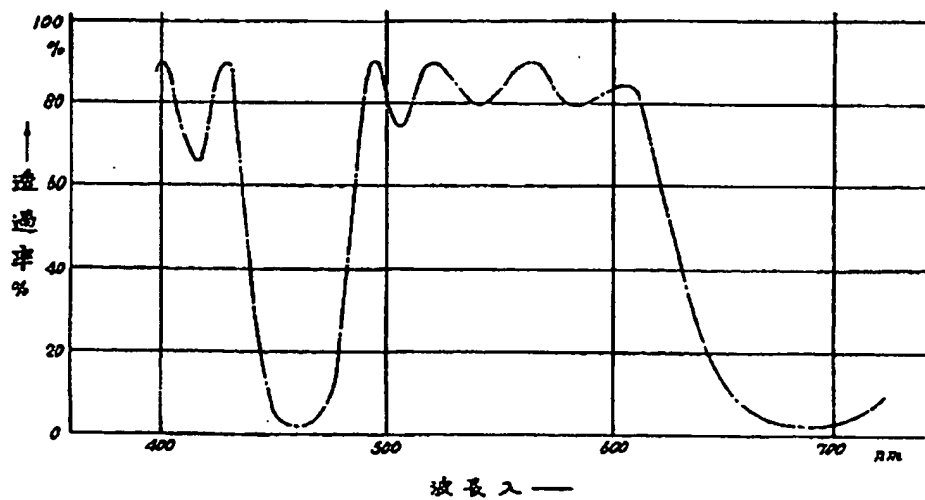
第4图



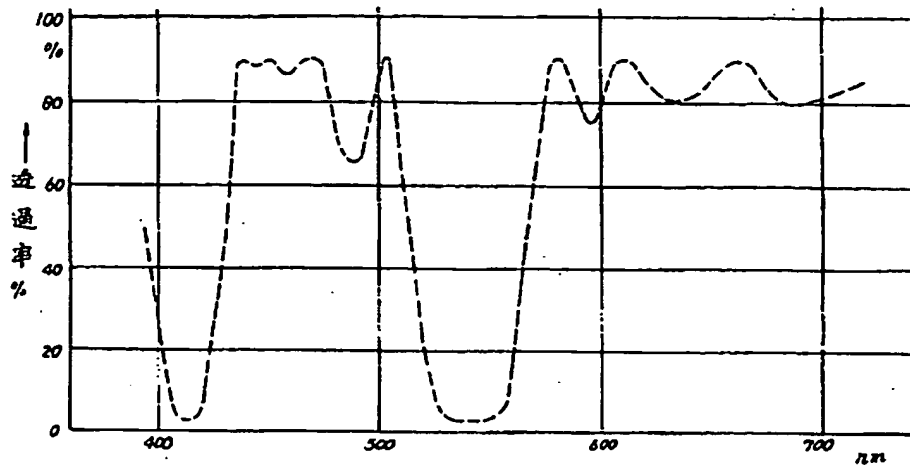
第5图



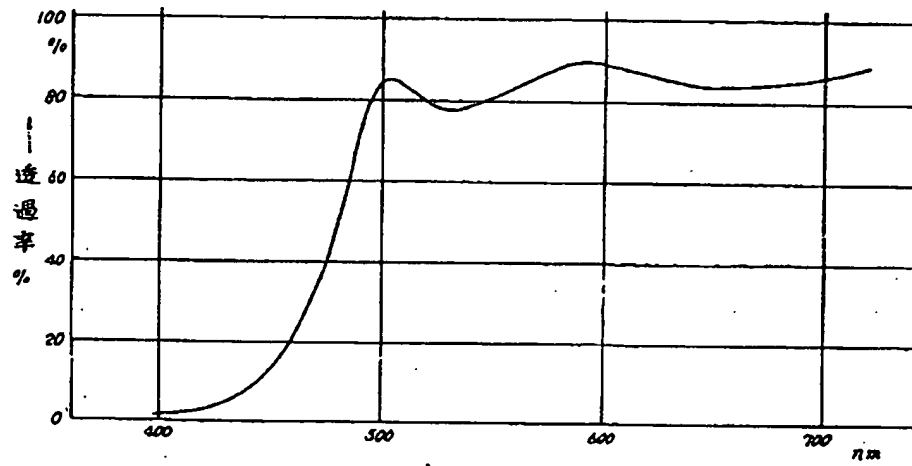
第6图 (1)

第6图
(ロ)

(ハ) 第6図

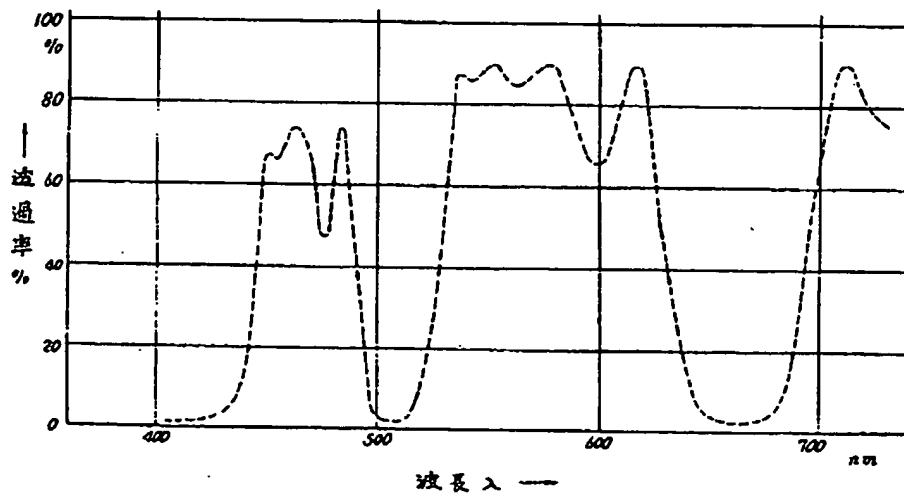


第6図 (ニ)

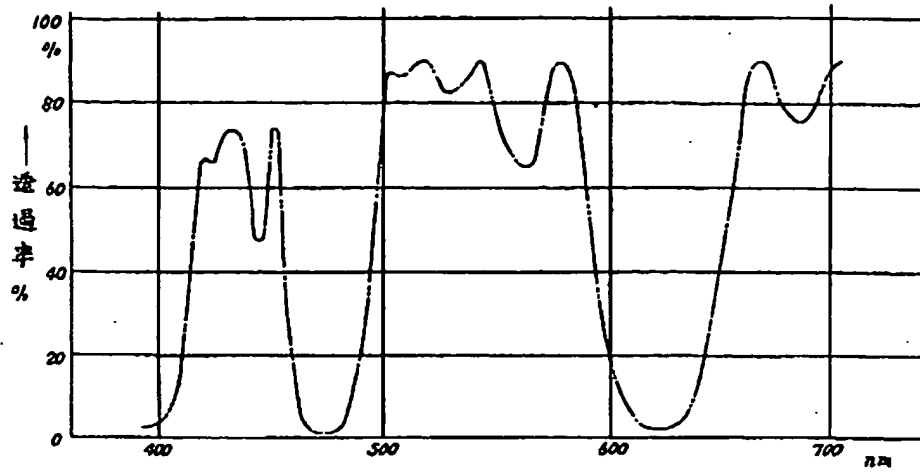


第6図

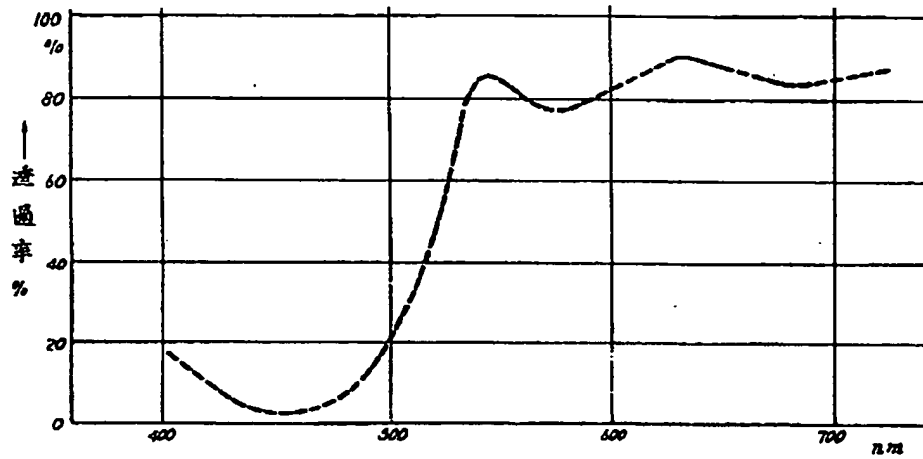
(ホ)



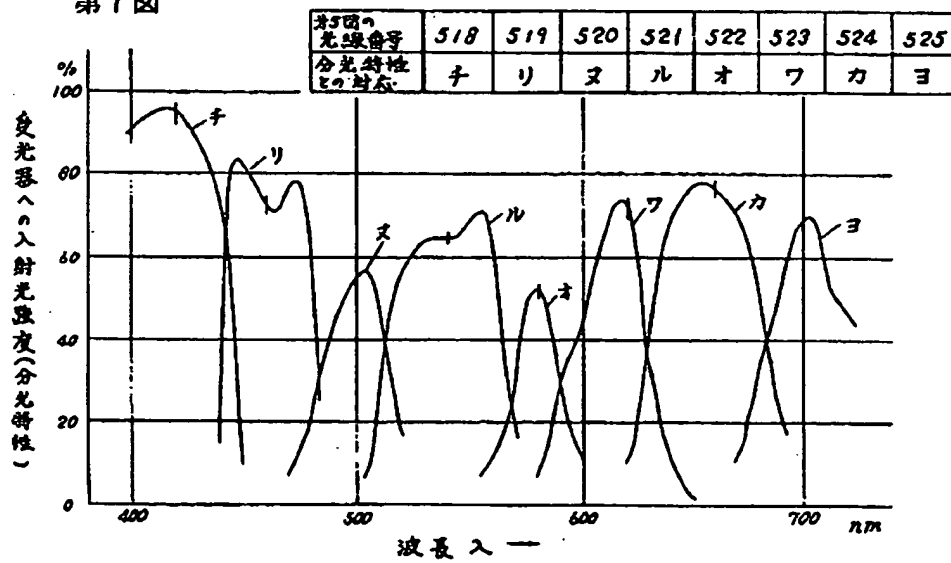
(ハ) 第6図



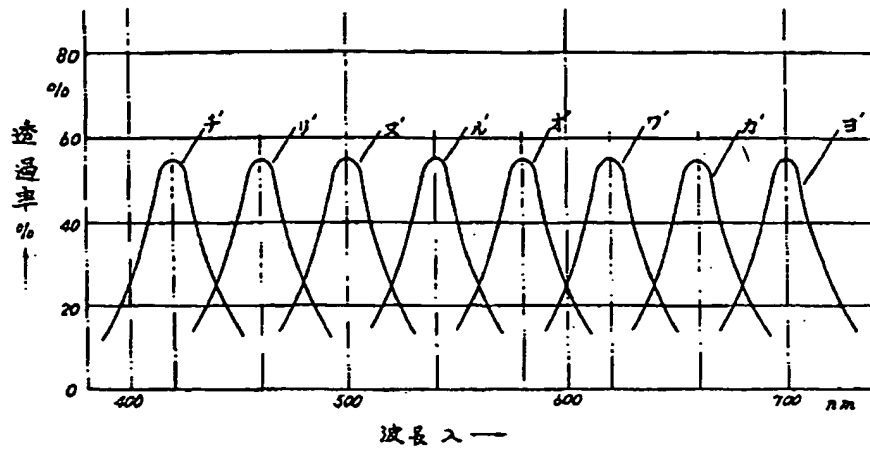
第6図 (ト)



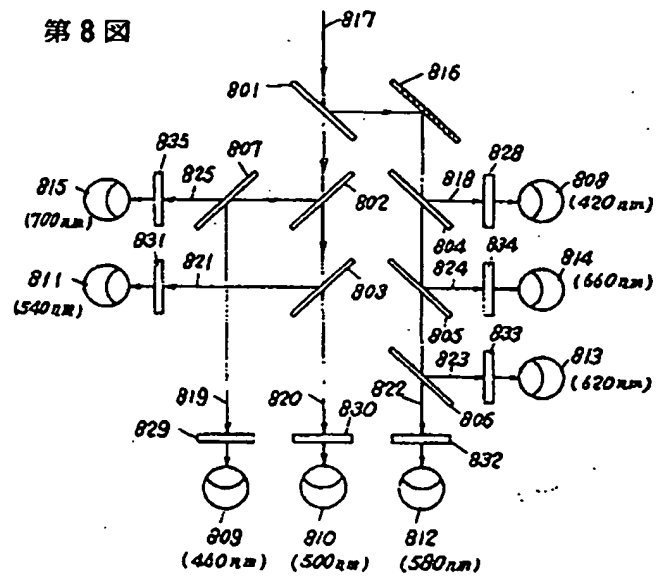
第7図



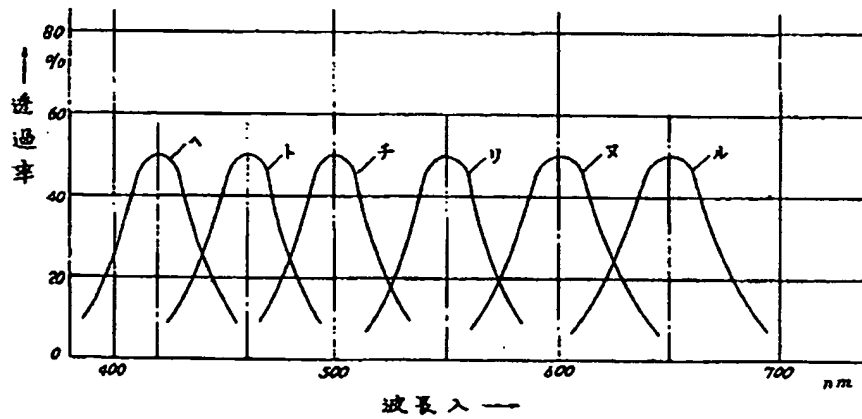
第9図



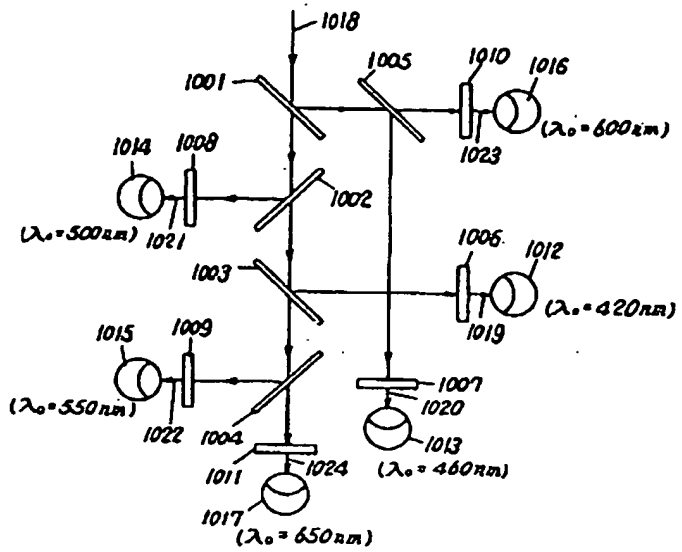
第8図



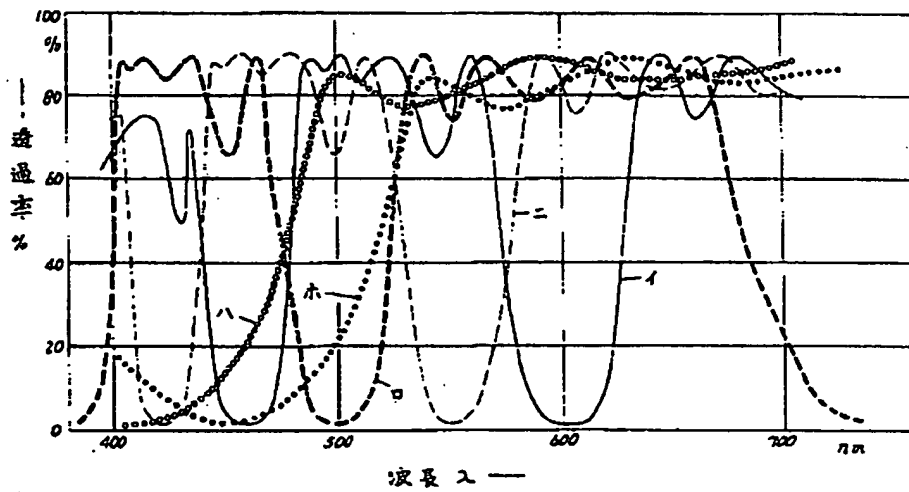
第12図



第10図



第11図



第13図

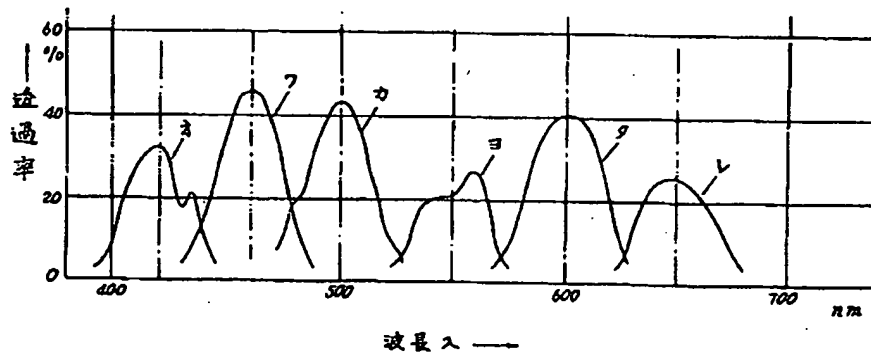
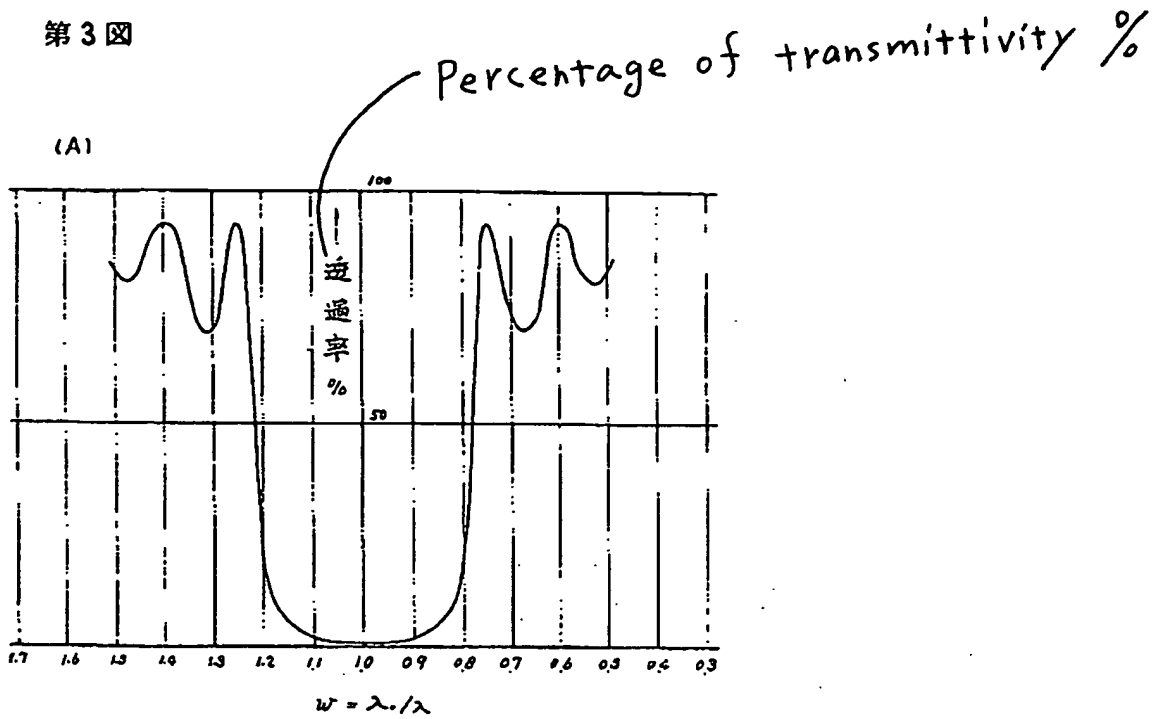


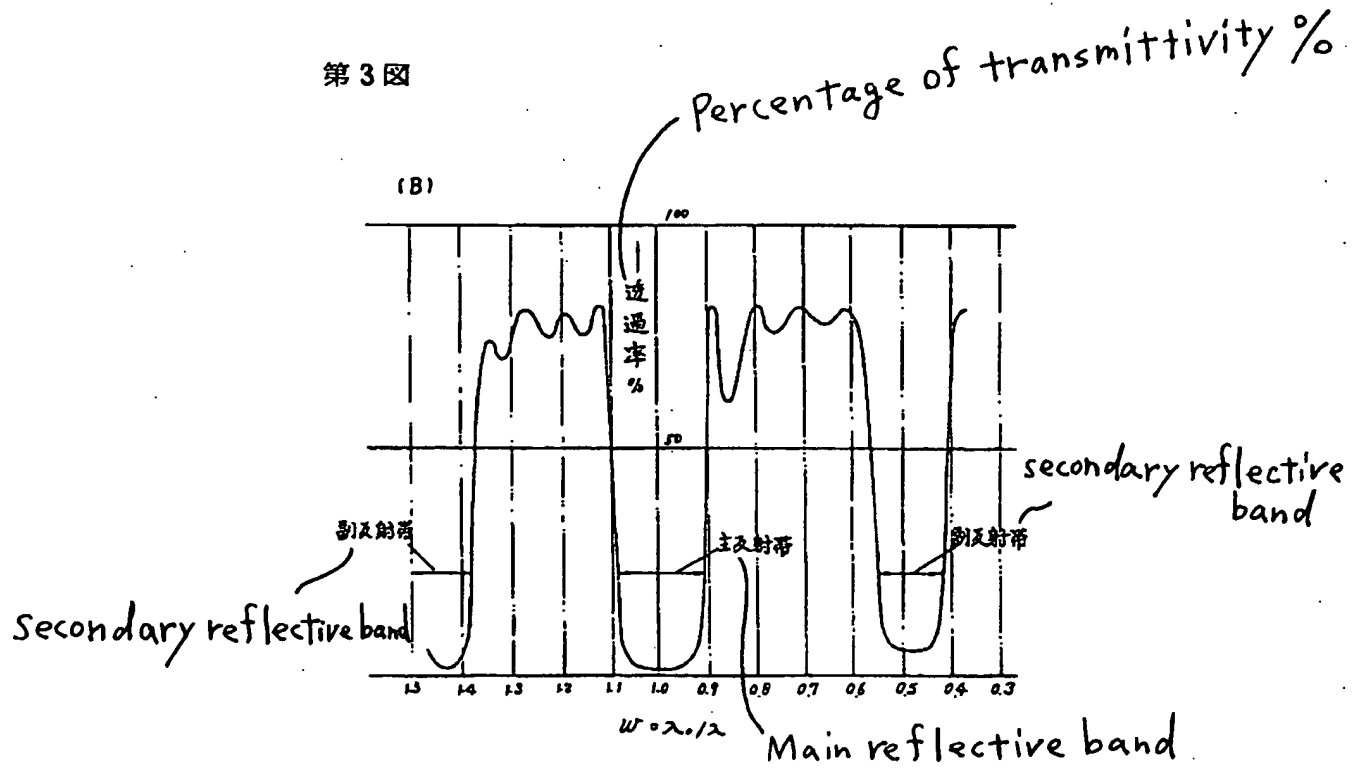
Figure 3 is a characteristic example of a nonmetallic multilayer film dichroic mirror. Filters with different blocking characteristics, for example, like types A, B, and C, can be obtained according to the constitutions of the film thickness and the number of films. This type of multilayer film filter is formed by alternate multilayer vapor deposition of films of a substance with a high refractive index (for example, ZnS) and films of a substance with a low refractive index (for example, MgF_2), and obtains wavelength selective characteristics by using the interference of light from multiple reflections at the boundary surface. Nonmetallic films have no light absorption. Therefore, an efficient filter with the sum of transmittivity and reflectivity close to 1 can be produced. These filters are similar to multi-stage LC filters, the resonant wavelength can be controlled by film thickness and the blocking characteristic can be controlled by the number of films. Through increasing the number of films and taking account of the resonant characteristic, narrow band filters like B and C having a sharp cutoff can be obtained. However, in comparison to the wide band types like A, secondary reflective bands appear close to both sides of the main reflective band.

Figure 3 shows the relationship between transmittivity and wavelength, and the wavelength is shown in the horizontal axis as a phase by the normalized phase expression $w = \lambda_0/\lambda$. λ_0 shows a central wavelength set by the film thickness. Accordingly, the real wavelength as shown in the horizontal axis is calculated using $\lambda = \lambda_0/w$. Thus, by changing the film thickness, or in other words λ_0 , even a multilayer film with the same structure can shift the cutoff to an arbitrary wavelength position. Figure 4 is a graph which shows one example, using the constitution of Figure 3B, in which the selected wavelength band is changed by shifting λ_0 , the axis being in units of the real wavelength.

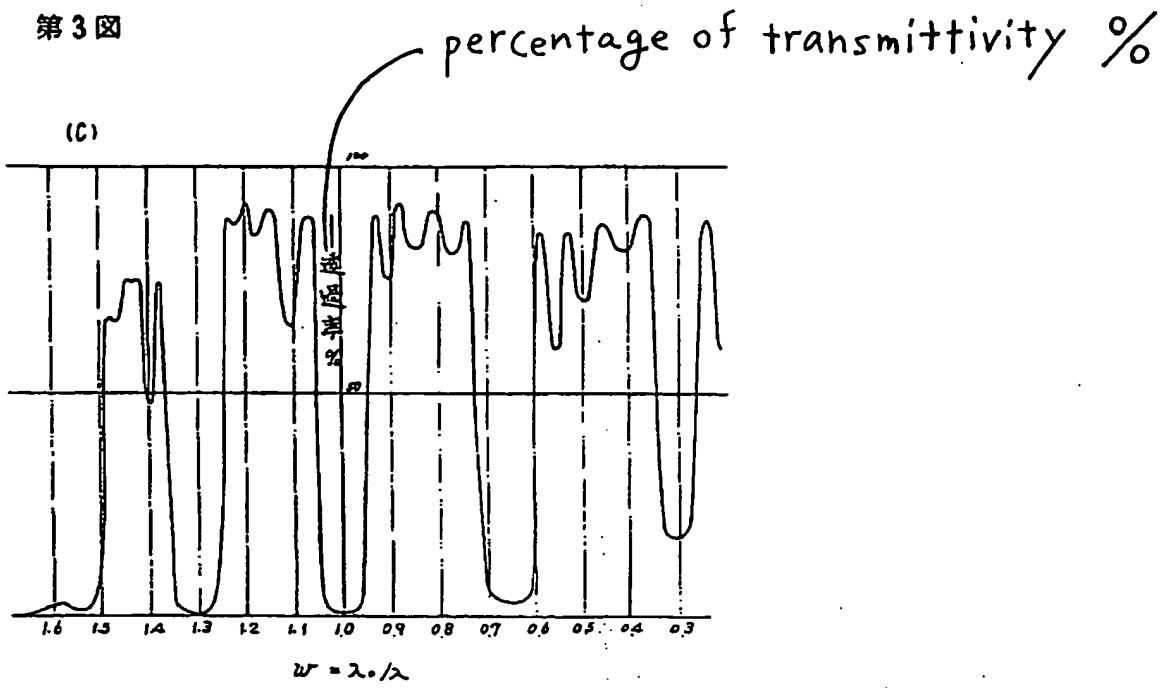
第 3 图



第 3 图



第3図



第4図

